

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)[First Hit](#)

Generate Collection

L37: Entry 20 of 49

File: JPAB

Oct 18, 2002

PUB-NO: JP02002303553A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002303553 A

TITLE: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING TEMPERATURE DISTRIBUTION

PUBN-DATE: October 18, 2002

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

YANO, KENJI

IWATA, MISAO

HASHIMOTO, MIYUKI

KITAGAWA, KUNIYUKI

ARAI, NORIO

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NORITAKE CO LTD

KITAGAWA KUNIYUKI

ARAI NORIO

APPL-NO: JP2001105538

APPL-DATE: April 4, 2001

INT-CL (IPC): G01 J 5/60; G01 J 5/48

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device for measuring temperature distribution capable of measuring a surface temperature of a measured member with high accuracy.

SOLUTION: The device for measuring temperature distribution 10 uses a first filter 34 for passing light of a wavelength selected from a high radiation area, which is higher than radiation intensity EBG at the room temperature, of a radiation intensity curve L1 corresponding to the wavelength of a blackbody at an approximately lowest temperature in a range of measured temperature in the temperature distribution, and a second filter 36 for passing light of a wavelength which is shifted from a first wavelength  $\lambda_1$  so that the wavelength is not more than one-third of the first wavelength  $\lambda_1$  and has a wavelength difference not less than the sum of a half-width  $\Delta\lambda_1$  of the first wavelength  $\lambda_1$  and a half-width  $\Delta\lambda_2$  of a second wavelength  $\lambda_2$ . Accordingly, a signal with sufficient radiation intensity is obtained, its S/N ratio becomes high, and light of the first wavelength and light of the second wavelength which are adjacent each other are obtained so that a prerequisite of a measurement principle of a two color thermometer that 'the wavelength dependence on the emissivity can be ignored in two adjacent wavelengths and emissivity can be approximated by  $\epsilon_{\lambda_1} = \epsilon_{\lambda_2}$ ' is surely established, and highly accurate temperature distribution can be obtained.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

[Previous Doc](#)

[Next Doc](#)

[Go to Doc#](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-303553

(P2002-303553A)

(43) 公開日 平成14年10月18日 (2002. 10. 18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

データベース(参考)

G 0 1 J 5/60  
5/48

G 0 1 J 5/60  
5/48

A 2 G 0 6 6  
A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-105538(P2001-105538)

(22) 出願日 平成13年4月4日(2001.4.4)

(71) 出願人 000004293

株式会社ノリタケカンパニーリミテド  
愛知県名古屋市西区則武新町3丁目1番36号

(71) 出願人 501021715

北川 邦行  
愛知県名古屋市千種区千種一丁目9番地3号 仲田住宅 R J - 201

(71) 出願人 594001052

新井 紀男  
愛知県春日井市勝川町4の99

(74) 代理人 100085361

弁理士 池田 治幸

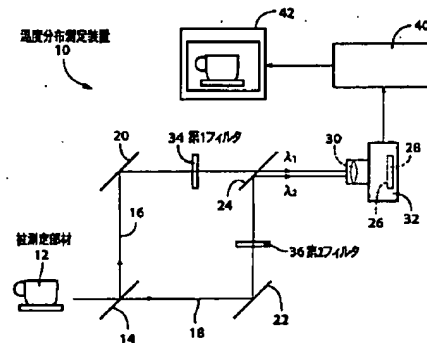
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度分布測定方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 被測定部材の表面温度を高精度で測定できる温度分布測定装置を提供する。

【解決手段】 温度分布測定装置10においては、温度分布の測定温度範囲の略最低温度における黒体の波長に対する輻射強度曲線L1のうち、常温における輻射強度 $E_{\text{Bg}}$ より高い高輻射領域から選択された波長の光を通過させる第1フィルタ34と、第1波長 $\lambda_1$ の $1/3$ 以下であり且つその第1波長 $\lambda_1$ の半値幅 $\Delta\lambda_1$ および第2波長の半値幅 $\Delta\lambda_2$ の和以上の波長差となるように第1波長 $\lambda_1$ からずらされた波長の光を通過させる第2フィルタ36とが用いられるので、十分な輻射強度の信号が得られてそのS/N比が高くなり、しかも互いに近接した第1波長の光および第2波長の光が得られるので、「近接する2波長では放射率の波長依存性は無視でき、 $\epsilon_1 = \epsilon_2$ と近似できる」という2色温度計の測定原理の前提条件が確実に成立することになり、高精度の温度分布が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第1波長および第2波長を用いてそれぞれ得られた該被測定部材の2画像のうちの同じ部位で検出される輻射強度の比に基づいて該被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、該被測定部材表面の温度分布を測定するための温度分布測定方法であって、

前記被測定部材の表面から放射される光のうちから前記第1波長の光を選択するために、測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する輻射強度曲線のうち、常温における輻射強度より高い高輻射領域から選択された波長の光を通過させる第1フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させる第1波長選択工程と、

前記被測定部材の表面から放射される光のうちから第2波長の光を選択するために、前記高輻射領域内において、前記第1波長の $1/3$ 以下であり且つ前記第1波長の半値幅および前記第2波長の半値幅の和以上の波長差以上の波長差となるように該第1波長からずらされた波長の光を通過させる第2フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させる第2波長選択工程とを、含むことを特徴とする温度分布測定方法。

【請求項2】 前記第1フィルタは、前記第1波長の $1/20$ 以下の半値幅の光を透過させるものであり、前記第2フィルタは前記第2波長の $1/20$ 以下の半値幅の光を透過させるものである請求項1の温度分布測定方法。

【請求項3】 前記第1フィルタおよび前記第2フィルタは、それらの透過率の差が $30\%$ 以内になるように構成されたものである請求項1または2の温度分布測定方法。

【請求項4】 被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第1波長および第2波長を用いてそれぞれ得られた該被測定部材の2画像のうちの同じ部位で検出される輻射強度の比に基づいて該被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、該被測定部材表面の温度分布を測定するための温度分布測定装置であって、前記被測定部材の表面から放射される光のうちから前記第1波長の光を選択するために、測定温度範囲の最低温度付近における黒体の波長に対する輻射強度曲線のうち、常温における輻射強度より高い高輻射領域から選択された波長の光を通過させる第1フィルタと、前記被測定部材の表面から放射される光のうちから第2波長の光を選択するために、前記高輻射領域内において、前記第1波長の $1/3$ 以下であり且つ前記第1波長の半値幅および前記第2波長の半値幅の和以上の波長差以上の波長差となるように該第1波長からずらされた波長の光を通過させる第2フィルタとを、含むことを特徴とする温度分布測定装置。

【請求項5】 前記第1フィルタは、前記第1波長の $1/20$ 以下の半値幅の光を透過させるものであり、前記

第2フィルタは前記第2波長の $1/20$ 以下の半値幅の光を透過させるものである請求項4の温度分布測定装置。

【請求項6】 前記第1フィルタおよび前記第2フィルタは、それらの透過率の差が $30\%$ 以内になるように構成されたものである請求項4または5の温度分布測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、放射率が不明な複数種類の材料から成る被測定部材の表面温度を高い精度で測定するための温度分布測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】焼成炉や加熱炉内の物体の表面温度、発熱体の表面温度などの温度分布を正確に測定することが必要とされる場合がある。このため、2色温度計の測定原理を利用して、物体から放射される光エネルギーのうち予め選択された相互に異なる2波長を用いてイメージセンサにて物体の画像をそれぞれ検出し、検出された1対の画像の同じ部分毎に放射強度の比を求め、その放射強度の比に基づいて物体の表面温度を測定する装置が提案されている。たとえば、特公平7-6844号公報に記載された装置がそれである。これによれば、物体表面の放射率が不明であっても、相互に異なる2つの波長毎の放射強度の比と物体表面温度との間で相関関係が成立することを利用し、予め求められた関係式から実際の放射強度比に基づいて表面温度分布が算出される。

【0003】ところで、上記特公平7-6844号公報に記載された装置では、テレビジョンカメラからなる画像受信装置を用いて、物体からの光のうちの三原色RGB（たとえば赤色の $590\text{nm}$ 、緑色の $530\text{nm}$ 、青色の $460\text{nm}$ ）毎に放射強度を検出し、それらのうちの2色たとえばRおよびGの放射強度比を複数組求め、予め算出された補正付理論曲線から実際の放射強度比に基づいて物体の表面温度に換算して温度分布が表示されるようになっている。

【0004】しかしながら、上記従来の温度分布測定装置によれば、物体からの光を3つに分けてそのうちの2つを用いるものであることから、分けられた光は所定波長の放射強度とは言えず、2色温度計の測定原理の前提である「近接する2波長では放射率の波長依存性は無視でき、 $\epsilon_1 = \epsilon_2$ と近似できる」という条件には正確に該当しないものであるため、得られた温度分布には大きな誤差が含まれるという問題があった。

【0005】

【発明が解決すべき課題】これに対し、赤外線を用いた2色法による温度分布を求める方法として、特開平7-301569号が提案されている。これは放射強度検出

に赤外線カメラを用い、2つのフィルターを用いて、入射された放射光を分光する。入射光はミラーの角度を変えることでフィルターの切り替えを行っている。得られた画像の放射強度比から温度を求め、各画素毎に表示するものである。これによれば、隣り合う波長領域が用いられるので、放射率の差が少なくなり、得られる温度分布の誤差が小さくなることが考えられる。しかしながら、この公報には、一対のフィルター特性の相互関係について何等の記述がなく、そのような技術では、充分に高い温度分布の測定精度が得られなかった。

【0006】本発明は以上の事情を背景として為されたものであり、その目的とするところは、被測定部材の表面温度を高い精度で測定するための温度分布測定装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための第1の手段】斯かる目的を達成するための方法発明の要旨とするところは、被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第1波長および第2波長を用いてそれぞれ得られたその被測定部材の2画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比に基づいて被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、被測定部材表面の温度分布を測定するための温度分布測定方法であって、(a) 前記被測定部材の表面から放射される光のうちから前記第1波長の光を選択するために、測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する放射強度曲線のうち、常温における放射強度より高い高放射領域から選択された波長であって、その波長の1/20以下の半値幅の光を通過させる第1フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させる第1波長選択工程と、(b) 前記被測定部材の表面から放射される光のうちから第2波長の光を選択するために、前記高放射領域内において、前記第1波長の1/3以下であり且つ前記第1波長の半値幅および前記第2波長の半値幅の和以上の波長差以上の波長差となるようにその第1波長からずらされた波長の光を通過させる第2フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させる第2波長選択工程とを、含むことにある。

【0008】

【課題を解決するための第2の手段】また、上記発明方法を好適に実施するための装置発明の要旨とするところは、被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第1波長および第2波長を用いてそれぞれ得られた被測定部材の2画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比に基づいて被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、被測定部材表面の温度分布を測定するための温度分布測定装置であって、(a) 前記被測定部材の表面から放射される光のうちから前記第1波長の光を選択するために、測定温度範囲の最低温度付近における黒体の波長に対する放射強度曲線のうち、常温における輻

射強度より高い高放射領域から選択された波長であって、その波長の1/20以下の半値幅の光を通過させる第1フィルタと、(b) 前記被測定部材の表面から放射される光のうちから第2波長の光を選択するために、前記高放射領域内において、前記第1波長の1/3以下であり且つ前記第1波長の半値幅および前記第2波長の半値幅の和以上の波長差以上の波長差となるようにその第1波長からずらされた波長であって、その波長の1/20以下の半値幅の光を通過させる第2フィルタとを、含むことにある。

【0009】

【第1発明および第2発明の効果】このようにすれば、被測定部材の表面から放射される光のうちから選択された第1波長および第2波長を用いてそれぞれ得られた被測定部材の2画像のうちの同じ部位で検出される放射強度の比に基づいて被測定部材の温度を画素単位でそれぞれ算出し、被測定部材表面の温度分布を測定するに際して、被測定部材の表面から放射される光のうちから前記第1波長の光を選択するために、測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する放射強度曲線のうち、常温における放射強度より高い高放射領域から選択された波長であって、その波長の1/20以下の半値幅の光を通過させる第1フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光が透過させられ、また、被測定部材の表面から放射される光のうちから第2波長の光を選択するために、前記高放射領域内において、前記第1波長の1/3以下であり且つ前記第1波長の半値幅および第2波長の半値幅の和以上の波長差となるようにその第1波長からずらされた波長の光を通過させる第2フィルタを用いて、前記被測定部材の表面から放射される光を透過させられることから、十分な放射強度の信号が得られてそのS/N比が高くなり、しかも互いに近接した第1波長の光および第2波長の光が得られるので、2色温度計の測定原理の前提である「近接する2波長では放射率の波長依存性は無視でき、 $\epsilon_1 = \epsilon_2$ と近似できる」という条件に正確に該当することになり、十分に高精度の温度分布が得られる。

【0010】

【発明の他の態様】ここで、好適には、前記第1発明または第2発明において、前記第1フィルタは、前記第1波長の1/20以下の半値幅の光を透過させるものであり、前記第2フィルタは前記第2波長の1/20以下の半値幅の光を透過させるものである。このようにすれば、第1波長および第2波長の光が十分に単色性のあるものとされるので、2色温度計の測定原理の前提が満足され、温度分布の測定精度が十分に高められる。

【0011】また、好適には、前記第1発明または第2発明において、前記第1フィルタおよび前記第2フィルタは、それらの透過率の差が30%以内なるように構成されたものである。このようにすれば、第1波長および

第2波長の光のうち輝度の低い側の波長の光において、感度およびS/N比が維持されて温度分布の測定精度が得られる。

【0012】

【発明の好適な実施の形態】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0013】図1は、本発明の一実施例の温度分布測定装置10の構成を説明する図である。図1において、焼成炉、加熱炉などの炉内において加熱されている被測定部材12の表面から放射された光は、ハーフミラー（ビームスプリット）14により第1光路16および第2光路18に2分されるようになっている。第1光路16および第2光路18はミラー20、22によって略直角に曲げられた後ハーフミラー24によって合成され、多数の光検出素子が配列された光検出面26を備えたCCD素子28と、その光検出面26に被測定部材12の画像を結像させるレンズ装置30とを有する画像検出器32に入射せられるようになっている。

【0014】上記第1光路16および第2光路18には、たとえば中心波長3.75 $\mu$ m且つ半値幅140nm程度の第1波長（帯） $\lambda_1$ の光を通過させる第1フィルタ34、およびたとえば中心波長5.00 $\mu$ m且つ半値幅100nm程度の第2波長（帯） $\lambda_2$ の光を通過させる第2フィルタ36がそれぞれ介挿されている。上記第1フィルタ34および第2フィルタ36は、光波干渉を利用して所定の波長帯を通過させる所謂干渉フィルタから構成されている。

【0015】上記第1波長 $\lambda_1$ および第2波長 $\lambda_2$ は、たとえば以下のようにして決定されている。まず、プランクの式により温度分布の測定温度範囲の最低温度たとえば500℃における黒体の波長と放射（輻射）強度との間の関係すなわち図2に示す曲線L1が求められ、次いで室温たとえば25℃における被測定部材12からのバックグラウンド放射強度 $E_{Bg}$ が測定される。次いで、そのバックグラウンド放射強度 $E_{Bg}$ の3倍値すなわち3 $\times E_{Bg}$ を上まわる曲線L1上の任意の1点が第1波長 $\lambda_1$ として決定される。検出誤差以上の強度を用いて測定精度を高めるためである。次に、第1波長 $\lambda_1$ の1/3の波長以下の波長 $\Delta\lambda$ だけたとえば第1波長 $\lambda_1$ を3.75 $\mu$ mとすれば1.25 $\mu$ m（ $=\Delta\lambda$ ）だけ第1波長 $\lambda_1$ から上または下へずらした波長たとえば5.00 $\mu$ mが第2波長 $\lambda_2$ として決定される。後述の2色温度計の原理を示す近似式（式1）を成立させるためである。なお、第1波長 $\lambda_1$ および第2波長 $\lambda_2$ は、放射強度の測定精度を維持するために相互の波長が重ならないように、以下において決定する半値幅の2倍以上の差が設けられるようにする。そして、上記第1波長 $\lambda_1$ および第2波長 $\lambda_2$ は、単色光の性質を維持するために、その中心波長の1/20以下、たとえば180nm程度以下の半値幅が用いられる。また、第1フィルタ34および第

2フィルタ36は、それらの透過率の差が30%以内となるように構成されている。透過率の差が30%より大きくなると、上記第1波長 $\lambda_1$ および第2波長 $\lambda_2$ のうちの輝度の低い側の波長の光において感度が低下してS/N比が下がり、表示温度の精度が低下する。

【0016】したがって、本実施例の温度分布測定装置10には、被測定部材12の表面から放射される光のうちから第1波長 $\lambda_1$ の光を選択するために、温度分布の測定温度範囲の最低温度付近における黒体の波長に対する輻射強度曲線L1のうち、常温における輻射強度 $E_{Bg}$ より十分に高い高輻射領域から選択された波長であって、その波長の1/20以下の半値幅の光を通過させる第1フィルタ34と、被測定部材12の表面から放射される光のうちから第2波長 $\lambda_2$ の光を選択するために、上記高輻射領域内において、第1波長 $\lambda_1$ の1/3以下であり且つ上記第1半値幅および第2半値幅の和以上の波長差だけその第1波長 $\lambda_1$ からずらされた波長であって、その波長の1/20以下の半値幅の光を通過させる第2フィルタ36とが設けられていることになる。

【0017】図1の光学系において、たとえばミラー20、22によってハーフミラー24から画像検出器32までの間において第1光路16と第2光路18とが上記第1画像G<sub>1</sub>と第2画像G<sub>2</sub>とが相互に重複しない程度に僅かにずらされることにより、CCD素子28の光検出面26において波長の異なる2画像が結像されるようになっている。すなわち、前記画像検出器32においては、たとえば図3に示すように、被測定部材12の表面から放射される光のうちから第1フィルタ34により選択された第1波長 $\lambda_1$ の被測定部材12の第1画像G<sub>1</sub>が光検出面26上の第1位置B<sub>1</sub>に結像され、且つ被測定部材12の表面から放射される光のうちから第2フィルタ36により選択された第2波長 $\lambda_2$ の被測定部材12の第2画像G<sub>2</sub>が、光検出面26上の上記第1位置B<sub>1</sub>とは異なる第2位置B<sub>2</sub>に結像せられるようになっている。これにより、光検出面26に配列された多数の光検出素子により、上記第1画像G<sub>1</sub>の各部位の放射強度および第2画像G<sub>2</sub>の各部位の放射強度が素子単位すなわち画素単位で検出されるようになっている。たとえば、前記ミラー20、22、ハーフミラー14、24、レンズ装置30などが、被測定部材12の画像を波長毎に同時に2位置に結像させるための第1波長選択工程、第2波長選択工程、或いは光学式結像装置に対応している。

【0018】演算制御装置40は、たとえばCPU、RAM、ROM、入出力インターフェースなどを含む所謂マイクロコンピュータであって、CPUは予めROMに記憶されたプログラムに従って入力信号、すなわち上記光検出面26に配列された多数の光検出素子からの信号を処理し、画像表示器42に被測定部材12の表面温度分布を表示させる。

【0019】図4は、上記演算制御装置40の演算制御作動の要部を説明するフローチャートである。ステップ(以下、ステップを省略する)S1では、光検出面26に配列された多数の光検出素子からの信号により、第1画像G<sub>1</sub>の各部位の放射強度E<sub>1ij</sub>および第2画像G<sub>2</sub>の各部位の放射強度E<sub>2ij</sub>が素子単位すなわち画素単位で読み込まれる。次に、放射強度比算出工程或いは放射強度比算出手段に対応するS2では、光検出面26内の第1位置B<sub>1</sub>に結像された第1画像G<sub>1</sub>および第2位置B<sub>2</sub>に結像された第2画像G<sub>2</sub>のうちの同じ部分に位置する光検出素子対がそれぞれ検出する第1波長λ<sub>1</sub>の放射強度E<sub>1ij</sub>と第2波長λ<sub>2</sub>の放射強度E<sub>2ij</sub>との放射強度比R<sub>ij</sub>(=E<sub>1ij</sub>/E<sub>2ij</sub>)が算出される。次いで、画素温度算出工程或いは画素温度算出手段に対応するS3において、たとえば図5に示す予め記憶された関係から上記画素毎に算出された実際の放射強度比R<sub>ij</sub>に基づいて、被測定部材12の画像を構成する画素毎の温度T<sub>ij</sub>が算出される。上記図5に示す関係は、たとえば式1に示す2色温度計の測定原理を示す近似式から得られるものである。式1は、放射率を用いなくても異なる2波長λ<sub>1</sub>およびλ<sub>2</sub>における放射(放射)強度の比Rから被測定部材12の表面温度Tを求めることができるように導かれたものである。以下の式において、λ<sub>2</sub>>λ<sub>1</sub>であって、Tは絶対温度を、C<sub>1</sub>は放射(Planck)第1定数、C<sub>2</sub>は放射(Planck)第1定数をそれぞれ示している。

【0020】

(式1)

$$R = (\lambda_2 / \lambda_1)^5 \exp \left[ (C_2 / T) \cdot (1/\lambda_2 - 1/\lambda_1) \right]$$

【0021】上式1は、以下のようにして求められる。すなわち、波長λにおいて単位時間、単位面積当たり黒体から放射される放射強度(エネルギー)E<sub>b</sub>およびλはプランク(Planck)の式である式2に従うことが知られている。また、exp(C<sub>2</sub>/λT)>>1である場合には、ウィーン(Wien)の近似式である式3が成り立つことが知られている。通常の物体は灰色であるため、放射率εを入れて書き換えると、式4となる。この式4を用いて2波長λ<sub>1</sub>およびλ<sub>2</sub>の放射強度E<sub>1</sub>およびE<sub>2</sub>の比Rを求めると式5が導かれる。上記2波長λ<sub>1</sub>およびλ<sub>2</sub>が近接している場合には、放射率εの依存性を無視することができ、ε<sub>1</sub>=ε<sub>2</sub>となるので、前記式1が得られる。これによれば、放射率εの異なる物体であっても、それに影響なく温度Tを求めることができるのである。

【0022】(式2)

$$E_b = C_1 / \lambda^5 [\exp(C_2 / \lambda T) - 1]$$

(式3)

$$E_b = C_1 \exp(-C_2 / \lambda T) / \lambda^5$$

(式4)

$$E = \epsilon \cdot C_1 \exp(-C_2 / \lambda T) / \lambda^5$$

(式5)

$$R = (\epsilon_1 / \epsilon_2) (\lambda_2 / \lambda_1)^5 \exp \left[ (C_2 / T) \cdot (1/\lambda_2 - 1/\lambda_1) \right]$$

【0023】以上のようにして被測定部材12の画像を構成する画素毎の温度T<sub>ij</sub>が算出されると、温度分布表示工程或いは温度分布表示手段に対応するS4において、予め記憶された関係から上記画素毎に算出された実際の温度T<sub>ij</sub>に基づいて被測定部材12の表面の温度分布が表示される。その関係としては、たとえば図6に示す温度Tと表示色との関係が用いられる。この場合には、被測定部材12の表面の温度分布が予め定められた温度色により表示される。

【0024】以下において、図1に示す光学系を用いて本発明者等が行った実験例を説明する。図1に示す光学系において、赤外線CCDカメラ(たとえば日本電気三栄株式会社製TH-5401)を画像検出器32として用いられる。また、ハーフミラー14、24は赤外光用であって30%反射、30%透過のものである。ミラー20、22は、アルミ平面ミラーであってBK7から構成されている。第1フィルタ34は3.75μm且つ半値幅140nm、第2フィルタ36は5.00μm且つ半値幅100nmである。そして、被測定部材としてアルミナ基板(50×50×0.8mm)の表面にアルミナ基板と放射率が異なる黒色塗料を部分的に焼き付け、加熱炉の中央に配置し、室温から10℃/分の速度で700℃まで昇温させる途中の500℃になったときの上記アルミナ基板表面の温度分布を測定した。この条件下において得られたアルミナ基板表面の温度分布は、アルミナ基板表面の一部に放射率が異なる黒色塗料が焼き付けてあるにも拘らず全体が同じ温度として測定された。また、画面中央の温度測定値の繰り返し誤差は2℃であった。

【0025】上記実験の比較例として、特開平7-301569号の図2に記載された光学系を用いた他は上記と同じ条件により測定した。これにより得られたアルミナ基板表面の温度分布は、ミラーの回転操作により波長毎の画像による検出に時間差があるため、アルミナ基板表面の一部に放射率が異なる黒色塗料が焼き付けてある領域と他の領域とでは僅かに異なる画像が現れて48℃程異なる温度領域として測定され、画面中央の繰り返し測定誤差も15℃であった。

【0026】上述のように、本実施例によれば、被測定部材12の表面から放射される光のうちから選択された第1波長λ<sub>1</sub>および第2波長λ<sub>2</sub>を用いてそれぞれ得られた被測定部材12の2画像G<sub>1</sub>およびG<sub>2</sub>のうちの同じ部位で検出される放射強度の比R<sub>ij</sub>に基づいて被測定部材12の温度T<sub>ij</sub>を画素単位でそれぞれ算出し、被測定部材12の表面の温度分布を測定するに際して、被測定部材12の表面から放射される光のうちから前記第1波長λ<sub>1</sub>の光を選択するために、温度分布の測定温度範

囲の略最低温度における黒体の波長に対する輻射強度曲線L1のうち、常温における輻射強度 $E_{Bg}$ より高い高輻射領域から選択された波長の光を通過させる第1フィルタ34を用いて、被測定部材12の表面から放射される光が透過させられ、また、被測定部材12の表面から放射される光のうちから第2波長 $\lambda_2$ の光を選択するために、前記高輻射領域内において、前記第1波長 $\lambda_1$ の $1/3$ 以下であり且つその第1波長 $\lambda_1$ の半値幅 $\Delta\lambda_1$ および第2波長の半値幅 $\Delta\lambda_2$ の和以上の波長差となるように第1波長 $\lambda_1$ からずらされた波長の光を通過させる第2フィルタ36を用いて、被測定部材の表面から放射される光を透過させられることから、十分な輻射強度の信号が得られてそのS/N比が高くなり、しかも互いに近接した第1波長の光および第2波長の光が得られるので、「近接する2波長では放射率の波長依存性は無視でき、 $\epsilon_1 = \epsilon_2$ と近似できる」という2色温度計の測定原理の前提条件が確実に成立することになり、十分に高精度の温度分布が得られる。

【0027】また、本実施例によれば、第1フィルタ34は、第1波長 $\lambda_1$ の $1/20$ 以下の半値幅 $\Delta\lambda_1$ の光を透過させるものであり、第2フィルタ36は第2波長 $\lambda_2$ の $1/20$ 以下の半値幅 $\Delta\lambda_2$ の光を透過させるものであることから、第1波長 $\lambda_1$ および第2波長 $\lambda_2$ の光が十分に単色性のあるものとされるので、2色温度計の測定原理の前提が満足され、温度分布の測定精度が十分に高められる。

【0028】また、本実施例によれば、第1フィルタ34および前記第2フィルタ36は、それらの透過率の差が30%以内なるように構成されていることから、第1波長 $\lambda_1$ および第2波長 $\lambda_2$ の光のうち輝度の低い側の波長の光において、感度およびS/N比が維持されて温度分布の測定精度が得られる。

【0029】次に、本発明の他の実施例を説明する。なお、以下の説明において前述の実施例と共通する部分には同一の符号を付して説明を省略する。

【0030】図7は、本発明の他の実施例である温度分布測定装置10の構成を概略示す図である。図7の実施例では、1対の可動ミラー50および52が破線に示す位置に回動させられた状態において被測定部材12の表面から放射される光を画像検出器32の光検出面26へ導く第1光路16が形成され、上記1対の可動ミラー50および52が実線に示す位置に回動させられた状態において被測定部材12の表面から放射される光を画像検出器32の光検出面26へ導く第2光路18が形成されるようになっている。前述の実施例と同様に、上記第1光路16には第1フィルタ34が介挿され、第2光路18には第2フィルタ36が介挿されており、第1波長 $\lambda_1$ による第1画像 $G_1$ と第2波長 $\lambda_2$ による第2画像 $G_2$ が所定の時間差を経て得られるので、前述の実施例と同様の効果が得られる。

【0031】図8の実施例では、被測定部材12から画像検出器32の光検出面26に至る光路に、モータ54により回転駆動され且つ第1フィルタ34および第2フィルタ36が設けられた回転板56が介挿されている。この回転板56がモータ54により回転させられるとき、被測定部材12の表面から放射される光が第1フィルタ34を通過することにより第1波長 $\lambda_1$ による第1画像 $G_1$ が得られるとともに、被測定部材12の表面から放射される光が第2フィルタ36を通過することにより第2波長 $\lambda_2$ による第2画像 $G_2$ が順次得られるので、前述の実施例と同様の効果が得られる。本実施例では、回転板56と画像検出器32の光検出面26との間に第1光路16および第2光路18が繰り返し形成される。

【0032】図9の実施例では、被測定部材12の表面から放射される光がハーフミラー14によって第1光路16および第2光路18に2分され、それらの第1光路16および第2光路18毎に第1フィルタ34および画像検出器32と、第2フィルタ36および画像検出器32'とが設けられている。それ等第1フィルタ34および第2フィルタ36は画像検出器32および32'内に設けられてもよい。本実施例においても、被測定部材12の表面から放射される光が第1フィルタ34を通過することにより第1波長 $\lambda_1$ による第1画像 $G_1$ が得られると同時に、被測定部材12の表面から放射される光が第2フィルタ36を通過することにより第2波長 $\lambda_2$ による第2画像 $G_2$ が得られるので、前述の図1の実施例と同様の実験結果が得られている。

【0033】以上、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明したが、本発明は他の態様においても適用される。

【0034】たとえば、前述の実施例において、第1波長 $\lambda_1$ および第2波長 $\lambda_2$ は、図2の測定温度範囲の最低温度における黒体の波長に対する輻射強度曲線L1のうち、常温における輻射強度 $E_{Bg}$ の3倍以上高い高輻射領域から選択されていたが、必ずしも3倍でなくてもよい。要するに、常温における輻射強度 $E_{Bg}$ よりも高い領域であれば一応の効果が得られるのである。

【0035】また、前述の実施例において、第1波長 $\lambda_1$ の半値幅 $\Delta\lambda_1$ はその第1波長 $\lambda_1$ の $1/20$ 以下の値とされ、第2波長 $\lambda_2$ の半値幅 $\Delta\lambda_2$ はその第2波長 $\lambda_2$ の $1/20$ 以下の値とされていたが、必ずしも $1/20$ の値とされていなくてもよく、 $1/20$ を少々越える場合であっても一応の効果が得られる。

【0036】また、前述の実施例において、第1フィルタ34および第2フィルタ36は、それらの透過率の差が30%以内になるように構成されたものであったが、必ずしも30%以内でなくてもよく、30%を少々越える場合であっても一応の効果が得られる。

【0037】また、前述の図4のS4では、被測定部材



1 1

12の表面温度が色によって表示されていたが、等高線や濃淡などによって表示されても差し支えない。

【0038】また、前述の実施例の画像検出器32では、光検出面26を備えたCCD素子28が用いられていたが、カラー撮像管など他の光検出素子が用いられてもよい。

【0039】その他、一々例示はしないが、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で種々変更を加え得るものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の温度分布測定装置の構成を概略説明する図である。

【図2】図1の第1フィルタの波長 $\lambda_1$ と第2フィルタの波長 $\lambda_2$ を決定する方法を説明する図である。

【図3】図1の画像検出器32の光検出面26上に結像された第1画像 $G_1$ および第2画像 $G_2$ を説明する図である。

【図4】図1の演算制御装置の制御作動の要部を説明するフローチャートである。

【図5】図4の画素温度算出工程において輻射強度比R

1 2

から表面温度Tを求めるために用いられる関係を示す図である。

【図6】図4の温度分布表示工程において表面温度Tから表示色を決定するために用いられる関係を示す図である。

【図7】本発明の他の実施例において温度分布測定装置の光学系を説明する図であって、図1に相当する図である。

【図8】本発明の他の実施例において温度分布測定装置の光学系を説明する図であって、図1に相当する図である。

【図9】本発明の他の実施例において温度分布測定装置の光学系を説明する図であって、図1に相当する図である。

【符号の説明】

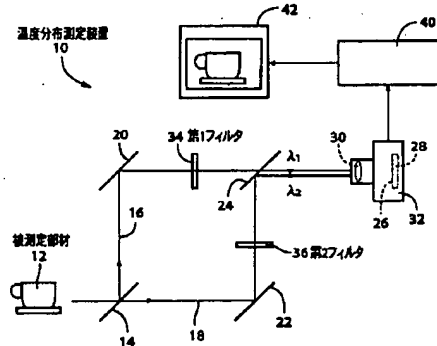
10：温度分布測定装置

12：被測定部材

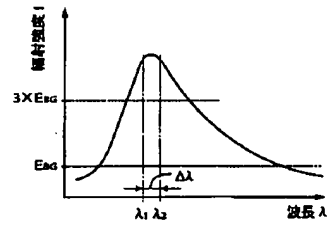
34：第1フィルタ

36：第2フィルタ

【図1】

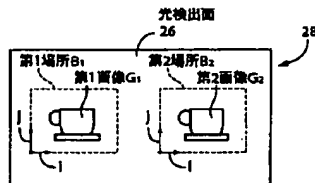


【図2】

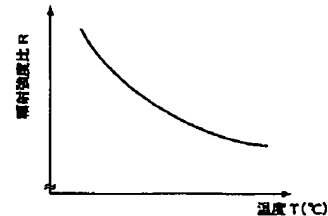
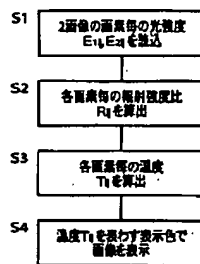


【図5】

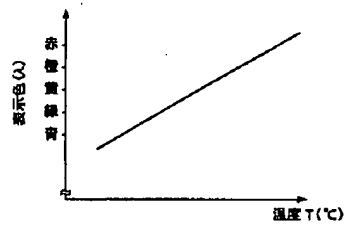
【図3】



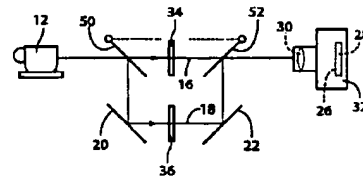
【図4】



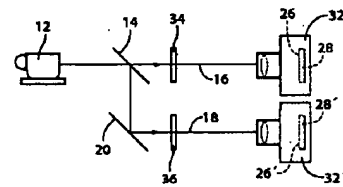
【図6】



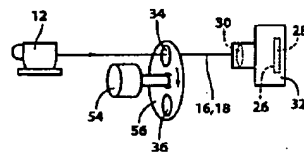
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 矢野 賢司  
愛知県名古屋市西区則武新町三丁目1番36  
号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド  
内  
(72)発明者 岩田 美佐男  
愛知県名古屋市西区則武新町三丁目1番36  
号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド  
内

(72)発明者 橋本 みゆき  
愛知県名古屋市西区則武新町三丁目1番36  
号 株式会社ノリタケカンパニーリミテド  
内  
(72)発明者 北川 邦行  
愛知県名古屋市千種区千種一丁目9番地3  
号 仲田住宅R J-201  
(72)発明者 新井 紀男  
愛知県春日井市勝川町四丁目99番地  
Fターム(参考) 2G066 AA04 AB06 AC01 BA14 BA23  
CA02